



Innovación pedagógica para el aprendizaje matemático y habilidades transversales

Mahsa Allahbakhshi

Faculty of Mathematics, Pontificia Universidad Católica de Chile

maallahbakhshi@uc.cl

Maria Josefa Smart Torrealba

Escuela de Psicología, Pontificia Universidad Católica de Chile

mjsmart@uc.cl

Karen Daniela Cordova Villalobos

Escuela de Psicología, Pontificia Universidad Católica de Chile

kdcordova@uc.cl

Resumen

Este estudio describe y analiza una innovación pedagógica diseñada para potenciar el aprendizaje matemático y el desarrollo de habilidades transversales en estudiantes de primer año de la Facultad de Matemáticas de la Pontificia Universidad Católica de Chile. A través de un curso-taller basado en aprendizaje activo, se integraron enfoques de las matemáticas, la lingüística y la psicología para fomentar la colaboración, la reflexión crítica y la conciencia socioemocional.

La evaluación del curso empleó un enfoque multimétodo, combinando análisis de video, encuestas, evaluaciones grupales e entrevistas. Los resultados evidencian mejoras en la conciencia cognitiva, emocional y social del trabajo colaborativo, la reducción de brechas de conocimiento y el fortalecimiento de la escritura matemática. Además, se identificaron desafíos en la formación de ayudantes y la adecuación de los espacios educativos. Estos hallazgos aportan evidencia sobre el efecto de la innovación pedagógica en la transición universitaria y abren nuevas líneas de investigación sobre su impacto en el desempeño académico y la retención estudiantil.

Palabras clave: Aprendizaje activo en educación superior; Educación matemática; Innovación pedagógica; Enfoques interdisciplinarios; Colaboración y comunicación estudiantil; Transición a la universidad.

Definición y relevancia del problema

Las dificultades en el aprendizaje matemático en la educación superior han sido ampliamente documentadas, especialmente en la transición desde la enseñanza secundaria. Los y las estudiantes a menudo enfrentan desafíos en la resolución de problemas y el razonamiento matemático, los cuales requieren no solo fluidez en los procedimientos, sino también la capacidad de aplicar conceptos abstractos, reconocer estructuras subyacentes y construir argumentos lógicos en contextos no familiares (Schoenfeld, 1992). Esta transición resulta aún más compleja debido a la tendencia de los y las estudiantes a depender del razonamiento intuitivo e informal en lugar de definiciones precisas y construcciones rigurosas de prueba (Edwards y Ward, 2004). Además, los errores frecuentes en matemáticas no siempre derivan de descuidos, sino de intentos fallidos de generalizar marcos conceptuales que han sido desarrollados en contextos limitados y que no se transfieren eficazmente a escenarios matemáticos más amplios (Chin y Pierce, 2019).

El paso de la educación secundaria a la universitaria introduce cambios fundamentales en las demandas cognitivas, requiriendo que los y las estudiantes transiten de un enfoque basado en la aplicación de fórmulas a uno que exige razonamiento abstracto, argumentación basada en demostraciones y una mayor formalización teórica (Rach y Heinze, 2017; Vollstedt et al., 2014). Sin embargo, las metodologías de enseñanza predominantes en la educación superior continúan priorizando la transmisión de conocimientos en lugar de guiar a los y las estudiantes en la construcción de su conocimiento mediante el desarrollo de competencias conceptuales, críticas y de resolución de problemas. Como resultado, muchos estudiantes no logran desarrollar habilidades clave como la autorregulación del aprendizaje, la adaptabilidad a nuevos desafíos matemáticos y la interacción colaborativa para la construcción del conocimiento, lo que afecta su desempeño académico y su capacidad para resolver problemas en contextos interdisciplinarios (Bengmark et al., 2017; Anthony, 2000; Lugosi y Uribe, 2020; Johnston, 2020).

A su vez, el creciente énfasis en competencias transversales dentro de la educación superior resalta la importancia de habilidades como el pensamiento crítico, la comunicación efectiva y el trabajo en equipo, las cuales son cada vez más valoradas por empleadores junto con la especialización técnica (Hora et al., 2018). Se ha observado que los y las estudiantes que participan activamente en discusiones entre pares y adoptan hábitos de estudio estructurados tienden a desempeñarse mejor en tareas de resolución de problemas, mientras que aquellos que dependen de estrategias de aprendizaje pasivas encuentran mayores dificultades al enfrentarse a problemas complejos. A pesar de esta evidencia, las universidades siguen priorizando el desarrollo de competencias disciplinares en detrimento de habilidades transversales, lo que podría limitar la preparación de los graduados para desempeñarse en entornos profesionales diversos (Moreau y Leathwood, 2006).

Este estudio explora innovaciones pedagógicas diseñadas para mejorar el aprendizaje matemático y el desarrollo de competencias transversales en estudiantes de primer año de universidad. Basándose en investigaciones en educación matemática y psicología del aprendizaje, se analiza cómo el aprendizaje activo, la resolución colaborativa de problemas y estrategias metacognitivas estructuradas pueden mitigar las barreras comunes en el aprendizaje matemático. Al fomentar una participación conceptual más profunda, estos enfoques buscan

apoyar a los y las estudiantes en el desarrollo de habilidades matemáticas y transversales esenciales para el éxito académico y la resolución interdisciplinaria de problemas.

Revisión de literatura

El aprendizaje de las matemáticas en la educación superior enfrenta desafíos que van más allá de la memorización de procedimientos. La literatura ha demostrado que los enfoques tradicionales limitan el desarrollo del pensamiento crítico y la comprensión conceptual (Freeman et al., 2014; Rasmussen et al., 2019). En respuesta, se han desarrollado metodologías innovadoras basadas en aprendizaje activo, colaboración y metacognición para fortalecer la formación matemática.

Desde la psicología del aprendizaje, la metacognición (Flavell, 1979) y la autoeficacia (Bandura, 1986) han sido identificadas como factores clave en la enseñanza de las matemáticas. La primera permite a los y las estudiantes reflexionar sobre sus estrategias de resolución de problemas, mientras que la segunda influye en su confianza y persistencia ante desafíos matemáticos. Además, la teoría de la autodeterminación (Ryan y Deci, 2000) destaca la importancia de la motivación intrínseca en la participación activa en el aprendizaje.

El aprendizaje activo se ha consolidado como una estrategia eficaz para mejorar la enseñanza de las matemáticas, favoreciendo la exploración, la argumentación y la resolución de problemas en contextos colaborativos (Prince, 2004; Watkins y Mazur, 2013). Investigaciones en educación STEM han demostrado que este enfoque mejora la retención del conocimiento y reduce brechas en el desempeño académico (Kogan y Laursen, 2014; Theobald et al., 2020).

Dentro de este marco, el aprendizaje colaborativo desempeña un papel fundamental. Estudios han evidenciado que la interacción entre pares facilita la construcción de conocimiento y optimiza la carga cognitiva en la resolución de problemas complejos (Sweller et al., 2011; Paas y Sweller, 2012). La argumentación matemática refuerza este proceso, permitiendo que los y las estudiantes articulen y justifiquen sus razonamientos, lo que mejora su comprensión y capacidad crítica (Hanna, 2000; Yackel y Cobb, 1996).

A pesar de los beneficios documentados, la adopción del aprendizaje activo en cursos universitarios de matemáticas sigue siendo limitada por factores como la resistencia al cambio metodológico y la falta de capacitación docente (Laursen et al., 2019; CBMS, 2016). En el contexto chileno, la investigación en este ámbito sigue siendo escasa, lo que resalta la necesidad de explorar enfoques innovadores que faciliten la transición a la educación superior y potencien la formación matemática.

Este estudio responde a esta necesidad mediante una propuesta pedagógica interdisciplinaria que integra estrategias de aprendizaje activo, metacognición y colaboración, con el objetivo de mejorar la experiencia educativa de los y las estudiantes de primer año y fortalecer su desempeño académico en matemáticas.

Metodología

El estudio adoptó un enfoque mixto, combinando técnicas cualitativas y cuantitativas para evaluar el impacto del Taller de Matemáticas en la formación de estudiantes de primer año. La metodología se diseñó para analizar cómo la estructura del taller y sus estrategias pedagógicas contribuyen al aprendizaje colaborativo, la escritura matemática y la autoevaluación de habilidades transversales.

Para representar las dimensiones clave del análisis, se diseñó la Figura 1, que sintetiza los principales ejes del estudio y las relaciones entre ellos.

Diseño del curso-taller

El curso-taller fue diseñado con base en cuatro ejes metodológicos:

1. **Aprendizaje colaborativo:** Se implementaron actividades de resolución conjunta de problemas con progresión en dificultad, fomentando la argumentación matemática y la interacción entre pares.
2. **Materiales asincrónicos:** Se desarrollaron cápsulas de video con problemas contextualizados y espacios de discusión en foros virtuales para promover la reflexión sobre los conceptos matemáticos.
3. **Normas de colaboración y autoevaluación:** Se establecieron reglas de trabajo en equipo y se aplicaron encuestas de autoevaluación tras cada actividad, permitiendo identificar desafíos cognitivos, emocionales y sociales en la dinámica grupal.
4. **Apoyo a la escritura matemática:** Se diseñaron recursos didácticos para mejorar la redacción de demostraciones matemáticas y fomentar la valoración del error como parte del proceso de aprendizaje.

Este diseño metodológico buscó fortalecer tanto el razonamiento matemático como el desarrollo de habilidades transversales en los y las estudiantes de primer año, facilitando su transición a la educación superior.

Estrategias de recolección de datos

Para evaluar el impacto del taller, se utilizaron diversas fuentes de información:

- Encuestas pre y post-intervención, aplicadas a estudiantes para medir cambios en su percepción del aprendizaje y habilidades colaborativas.
- Grupos focales, donde los participantes reflexionaron sobre su experiencia en el taller y discutieron los desafíos y beneficios del aprendizaje colaborativo.
- Análisis de video, registrando sesiones del taller para examinar patrones de interacción y argumentación matemática.
- Entrevistas semiestructuradas, realizadas con estudiantes y ayudantes para profundizar en su percepción del taller y su rol en la formación matemática.
- Evaluaciones grupales y rúbricas de escritura matemática, empleadas para medir la claridad, precisión y estructuración del razonamiento matemático.

Análisis de datos

El procesamiento de los datos combinó:

- Análisis cualitativo, mediante codificación temática de los grupos focales, entrevistas y videos.
- Estadística descriptiva, aplicada a las encuestas pre y post-intervención para identificar tendencias en la percepción del aprendizaje colaborativo.
- Comparación de desempeños, con base en las evaluaciones escritas y análisis de escritura matemática.

Resultados

Los hallazgos del estudio reflejan que los y las estudiantes valoran el Taller de Matemáticas como una instancia clave en su adaptación a la universidad, pero también identifican desafíos en su implementación. Los resultados se organizan en dos dimensiones:

1. Valoración de las características del taller

Modalidad del taller: extensión y trabajo práctico

Los y las estudiantes destacaron que la estructura del taller facilita la transición a la universidad, permitiendo una mayor interacción con sus pares. Sin embargo, la extensión horaria fue percibida como excesiva, afectando la organización del tiempo de estudio personal. Además, la cantidad de ejercicios y su nivel de dificultad generaron tensión, aunque algunos estudiantes reconocieron que este desafío favoreció su tolerancia a la frustración y su desarrollo cognitivo.

Contenidos del taller: articulación con las asignaturas del semestre

El taller es visto como un espacio de aplicación de los contenidos de los cursos teóricos, facilitando la comprensión de conceptos matemáticos. No obstante, se identificó la necesidad de una mayor coordinación entre el taller y las asignaturas teóricas, ya que en algunos casos los y las estudiantes enfrentaron ejercicios con contenidos que aún no habían sido abordados en las clases.

Rol del ayudante

Los y las estudiantes valoraron el apoyo de los ayudantes como un factor clave en su aprendizaje, tanto en la resolución de problemas matemáticos como en la orientación general sobre la vida universitaria. Sin embargo, la calidad de la retroalimentación varió según el ayudante, lo que impactó la percepción de su efectividad.

2. Percepción del aprendizaje colaborativo

Experiencia de trabajo en equipo

El trabajo en grupos fue visto como una estrategia valiosa para el aprendizaje matemático, ya que permitió la discusión y comparación de estrategias de resolución de problemas. Sin embargo, algunos estudiantes expresaron dificultades en la gestión del tiempo dentro de los grupos y en la negociación de roles, especialmente cuando un integrante dominaba la discusión.

Desafíos socioemocionales en la colaboración

Se identificaron barreras socioemocionales, como la inseguridad al compartir ideas y el temor a no ser un aporte en el equipo. Además, algunos estudiantes mencionaron que la cultura competitiva de la disciplina dificultó la colaboración efectiva.

Síntesis de los ejes de análisis

Para ilustrar la organización de los aspectos clave del Taller de Matemáticas y su impacto en el aprendizaje colaborativo, se presenta la siguiente figura:

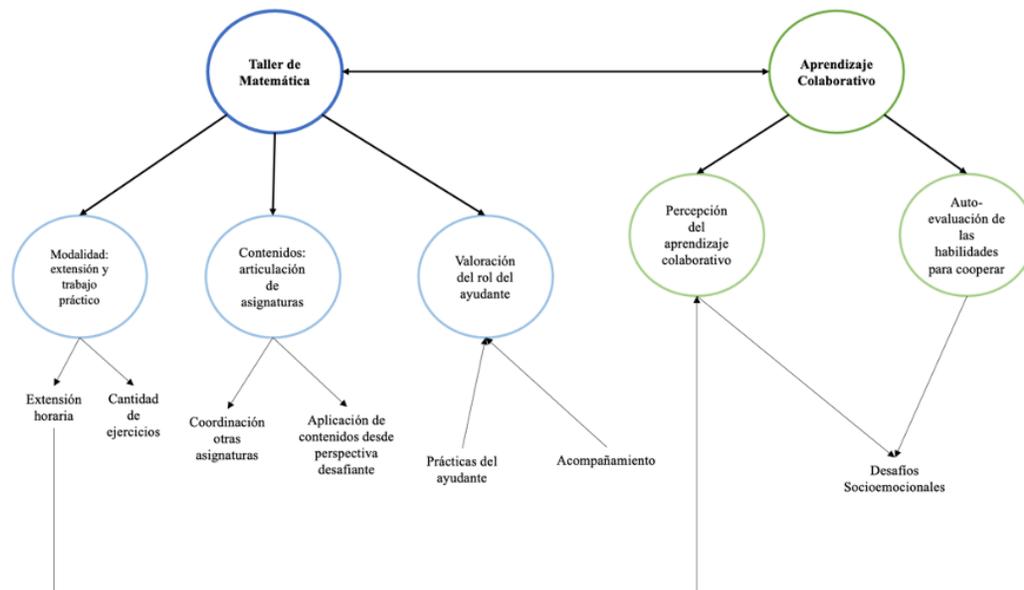


Figura 1. Estructura del análisis del Taller de Matemáticas

La Figura 1 representa los principales ejes metodológicos y evaluativos del taller, destacando la articulación entre su modalidad, contenidos, rol del ayudante y la percepción del aprendizaje colaborativo por parte de los y las estudiantes. Asimismo, se identifican elementos clave como la autoevaluación de habilidades y los desafíos socioemocionales en el trabajo grupal.

Conclusión

Los resultados de este estudio confirman que la integración de estrategias colaborativas y metacognitivas en la enseñanza de matemáticas contribuye significativamente a la comprensión conceptual y al desarrollo de habilidades transversales en estudiantes de primer año. La implementación del curso-taller permitió fortalecer la argumentación matemática, la comunicación efectiva y la capacidad de autoevaluación en entornos colaborativos, factores clave en la transición universitaria.

Si bien se identificaron desafíos en la formación de ayudantes y en la adecuación de los espacios educativos, estos hallazgos evidencian la necesidad de diseñar estrategias que no solo optimicen la enseñanza matemática, sino que también promuevan una cultura de aprendizaje

colaborativo en la educación superior.

Este estudio aporta evidencia empírica sobre el impacto del aprendizaje activo y la argumentación matemática en la formación universitaria, proporcionando un modelo de enseñanza replicable en otros contextos. Futuras investigaciones podrían explorar cómo estas estrategias influyen en el rendimiento académico a largo plazo y en la retención estudiantil, así como profundizar en el papel de la escritura matemática como herramienta para la consolidación del conocimiento disciplinar.

Bibliografía y referencias

- Anthony, G. (2000). Factors influencing first-year students' success in mathematics. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 31(1), 3–14. <https://doi.org/10.1080/002073900287336>
- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Prentice-Hall.
- Bengmark, S., Thunberg, H., y Winberg, T. M. (2017). Success-factors in transition to university mathematics. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 48(7), 988–1001. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2017.1310311>
- CBMS. (2016). *Active learning in post-secondary mathematics education*. Conference Board of the Mathematical Sciences.
- Chin, K. E., y Pierce, R. (2019). University students' conceptions of mathematical symbols and expressions. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(9), em1748. <https://doi.org/10.29333/ejmste/103736>
- Edwards, B. S., y Ward, M. B. (2004). Surprises from mathematics education research: Student (Mis)use of mathematical definitions. *The American Mathematical Monthly*, 111(5), 411–424. <https://doi.org/10.1080/00029890.2004.11920092>
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive–developmental inquiry. *American Psychologist*, 34(10), 906–911. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.34.10.906>
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., y Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410–8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
- Hanna, G. (2000). Proof, explanation and exploration: An overview. *Educational Studies in Mathematics*, 44, 5–23. <https://doi.org/10.1023/A:1012737223465>
- Hora, M. T., Benbow, R. J., y Smolarek, B. B. (2018). Re-thinking soft skills and student employability: A new paradigm for undergraduate education. *Change: The Magazine of Higher Learning*, 50(6), 30–37. <https://doi.org/10.1080/00091383.2018.1540819>
- Johnston, B. M. (2020). Students as partners: Peer-leading in an undergraduate mathematics course. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 52(5), 795–806. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2020.1795287>
- Kogan, M., y Laursen, S. L. (2014). Assessing long-term effects of inquiry-based learning: A case study from college mathematics. *Innovative Higher Education*, 39(3), 183–199. <https://doi.org/10.1007/s10755-013-9279-9>
- Laursen, S. L., Hassi, M. L., Kogan, M., y Weston, T. J. (2019). Benefits for women and men of inquiry-based learning in college mathematics: A multi-institution study. *Journal for Research in Mathematics Education*, 50(4), 430–452. <https://doi.org/10.5951/jresematheduc.50.4.0430>
- Lugosi, E., y Uribe, G. (2020). Active learning strategies with positive effects on students' achievements in undergraduate mathematics education. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 53(2), 403–424. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2020.1773555>
- Moreau, M., y Leathwood, C. (2006). Graduates' employment and the discourse of employability: A critical analysis. *Journal of Education and Work*, 19(4), 305–324. <https://doi.org/10.1080/13639080600867083>
- Paas, F., y Sweller, J. (2012). An evolutionary upgrade of cognitive load theory: Using the human motor system and collaboration to support the learning of complex cognitive tasks. *Educational Psychology Review*, 24, 27–45. <https://doi.org/10.1007/s10648-011-9179-2>
- Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education*, 93(3), 223–231. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x>

- Rach, S., y Heinze, A. (2017). The transition from school to university in mathematics: Which influence do school-related variables have? *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15, 1343–1363. <https://doi.org/10.1007/s10763-016-9744-8>
- Rasmussen, C., Ellis, J., Zazkis, D., y Bressoud, D. (2019). Features of successful calculus programs at five doctoral degree-granting institutions. *Journal for Research in Mathematics Education*, 50(1), 98–124. <https://doi.org/10.5951/jresmetheduc.50.1.0098>
- Ryan, R. M., y Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55(1), 68–78. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.68>
- Schoenfeld, A. H. (1992). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense making in mathematics. En D. A. Grows (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 334–370). Macmillan.
- Sweller, J., Ayres, P., y Kalyuga, S. (2011). *Cognitive load theory*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8126-4>
- Theobald, E. J., Hill, M. J., Tran, E., Agrawal, S., Arroyo, E. N., Behling, S., ... y Freeman, S. (2020). Active learning narrows achievement gaps for underrepresented students in undergraduate science, technology, engineering, and math. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(12), 6476–6483. <https://doi.org/10.1073/pnas.1916903117>
- Vollstedt, M., Heinze, A., Gojdka, K., y Rach, S. (2014). Framework for examining the transformation of mathematics and mathematics learning in the transition from school to university. En S. Rezat, M. Hattermann, y A. Peter-Koop (Eds.), *Transformation - A fundamental idea of mathematics education*. Springer, New York, NY. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3489-4_2
- Watkins, J., y Mazur, E. (2013). Retaining students in science, technology, engineering, and mathematics (STEM) majors. *Journal of College Science Teaching*, 42(5), 36–41.
- Yackel, E., y Cobb, P. (1996). Sociomathematical norms, argumentation, and autonomy in mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, 27(4), 458–477. <https://doi.org/10.2307/749877>